

东江河源段水质状况及变化趋势分析

邹贤妮

广东省河源生态环境监测站, 中国·广东 河源 517000

摘要: 基于 2020-2024 年东江河源段沿线共 9 个水质断面的监测数据对东江河源段开展水质现状及时空变化规律分析, 采用河流水质评价方法及内梅罗指数法进行水质评价, spearman 秩相关系数法进行趋势分析。结果表明近五年东江河源段水质状况均保持为优, 各项污染物浓度保持在较低水平。水质等级保持为清洁等级, 上下游水质略好于中游水质。近五年东江河源段各水质保持稳定, 无显著变化。

关键词: 东江; 水质现状; 水质变化

Analysis of Water Quality Status and Trend in the Heyuan Section of the Dongjiang River

Zou Xianni

Guangdong Heyuan Ecological Environment Monitoring Station, China Guangdong Heyuan 517000

Abstract: Based on the monitoring data of 9 water quality sections along the Dongjiang River in Heyuan from 2020 to 2024, the current water quality status and spatio-temporal variation patterns of the Dongjiang River in Heyuan were analyzed. The water quality was evaluated using the river water quality assessment method and the Nemerow index method, and the trend was analyzed using the Spearman rank correlation coefficient method. The results show that the water quality of the Dongjiang River in Heyuan has remained excellent in the past five years, with pollutant concentrations remaining at a low level. The water quality grade has remained clean, and the water quality of the upstream and downstream is slightly better than that of the middle reaches. The water quality of the Dongjiang River in Heyuan has remained stable in the past five years, with no significant changes.

Keywords: Dongjiang River; Current water quality status; Water quality variation

0 引言

东江是珠江流域三大水系之一, 岭南大地的母亲河、家乡河, 全长 562 公里, 是河源、惠州、东莞、广州东部、深圳, 以及香港特别行政区近 5000 万人的主要水源, 以占全省 18% 的水资源量, 支撑着 32% 人口的用水量和 40% 的 GDP, 被誉为“政治水、生命水、经济水、生态水”。保护东江水质, 事关广东乃至香港经济社会发展。为守护好粤港“水塔”和生态屏障, 河源严格实行环保“一票否决”。据不完全统计, 这些年来河源共拒绝过 400 多个项目, 投资总额超 500 亿元。同时, 河源绿色发展之路越走越宽阔, 不断做大做强水经济产业, 启动建设水经济产业园, 吸引了农夫山泉、今麦郎、华润怡宝等一批知名品牌企业落户河源, 培育出广东聪明人集团、龙川矿泉水有限公司等一批本土知名饮料骨干企业, 水资源优势正加快转化为产业优势和经济优势。同时, 我市全域发展绿色生态旅游, 已有 5 个县区入选省级全域旅游示范区。东江是

珠江流域的重要水系, 承担着为广东多个城市以及香港地区供水的重任, 是沿线 3000 余万人口的生命之源。随着东江流域经济的快速发展和城市化进程的加速, 水资源面临着日益严峻的挑战, 季节性缺水 and 水质性缺水问题逐渐凸显。东江上游作为整个流域的水源发源地和关键涵养区域, 其水质状况直接影响着整个东江流域的水质安全和生态稳定。

研究东江上游水质状况及变化趋势, 对于保障东江流域水资源可持续利用、维护生态平衡具有至关重要的意义。通过精准掌握水质现状和变化规律, 能够为水污染防治策略的制定提供科学依据, 助力水资源管理部门采取有效的保护措施, 确保东江水质长期稳定达标, 保障沿线居民的用水安全和生态环境健康。

近年来, 饮用水源河流水质演变已成为国内外水利与环保领域的研究热点。众多学者采用了多种方法, 如季节性 Kendall 检验法、单因子水质标识指数法等, 对不同河

流的水质进行了研究。对于东江流域，已有研究表明其干流水质总体良好，但近年有变差趋势，且从上游到下游水质有逐渐变差的现象。然而，针对东江上游水质的深入研究仍相对不足，尤其是对其水质变化的长期监测和全面分析还存在欠缺，部分污染物的来源及迁移转化机制尚不十分清晰。因此，本文旨在通过对东江上游水质的长期监测数据进行分析，深入探讨其水质状况及变化趋势，为东江流域的水质保护和水资源管理提供更详实的资料 and 更科学的依据。

1 研究区域概况

东江水系发源于江西省寻乌县桤髻钵山南麓（上游称寻乌水），向西南流经河源、惠州等市，至东莞石龙镇进入珠江三角洲网河区，是珠江流域第三大水系。东江河源段全长 193.6 公里，占东江全长的 34.4%，流域面积 13794 平方公里，占全市总面积的 87.8%。

河源地处东江中上游，属亚热带季风气候，气候温和，雨量充沛。2024 年平均气温 21.2℃，较常年（21℃）略偏高。全市平均降雨量为 2329.1 毫米，空间分布上自西向东逐渐减少，年内降水分配极不均匀，汛期（4-9 月）降水量占全年降水量的 90%。年日照数为 1707 小时，较常年值（1665.9 小时）略偏多 2.5%，空间分布上自南向北逐渐减少，全年中 2~6 月的日照时数相对较少，7 月的日照时数为全年最多，为 211.9 小时；年平均相对湿度为 77.9%，较常年值（76.5%）略偏高 1.8%，空间分布上呈东高西低。

2 研究材料及方法

2.1 数据来源

本次研究依据《地表水环境质量监测技术规范》(HJ 91.2—2022 部分代替 HJ_T 91—2002)，结合现场调查，由东江河源段上游至下游沿途共设置 9 个采样点（S1-S9）。采样时间为 2020-2024 年，监测指标主要有 8 个：水温（WT）、pH 值、溶解氧（DO）、高锰酸盐指数（CODMn）、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量（BOD5）、氨氮（NH3-N）、总磷（TP）。

表1 监测断面基本信息

编号	县（区）	监测断面
S1	龙川县	FSB
S2	龙川县	TLQ
S3	龙川县	CX
S4	龙川县	MT
S5	东源县	HX
S6	东源县	XT
S7	源城区	HY
S8	紫金县	LJ
S9	紫金县	JK

2.2 河流水质评价方法

河流断面水质类别评价采用单因子评价法，即根据评价时段内该断面参评的指标中类别最高的一项来确定。当河流、流域（水系）的断面总数在 5 个（含 5 个）以上时，采用断面水质类别比例法，即根据评价河流、流域（水系）中各水质类别的断面数占河流、流域（水系）所有评价断面总数的百分比来评价其水质状况。河流、流域（水系）的断面总数在 5 个（含 5 个）以上时不作平均水质类别的评价。

河流、流域（水系）水质类别比例与水质定性评价分级的对应关系见表 2。

表2 河流、流域（水系）水质定性评价分级

水质类别比例	水质状况
I~Ⅲ类水质比例≥90%	优
75%≤I~Ⅲ类水质比例<90%	良好
I~Ⅲ类水质比例<75%，且劣Ⅴ类比例<20%	轻度污染
I~Ⅲ类水质比例<75%，且20%≤劣Ⅴ类比例<40%	中度污染
I~Ⅲ类水质比例<60%，且劣Ⅴ类比例≥40%	重度污染

2.3 内梅罗指数法

内梅罗指数法是一种广泛应用的水质综合评价方法。内梅罗指数特别考虑了污染最严重的因子，在加权过程中避免了权系数中主观因素的影响，是一种兼顾极值或称突出最大值的计权型多因子环境质量指数。相比于单因子评价，该法的计算公式中不但综合考虑了各参评因子的平均贡献，且含有参评因子污染指数的最大分指数项，突出了高污染水平的参评因子对整体水域的影响和作用。计算公式如下：

计算单项因子的污染指数 I_i 公式为：

$$I_i = \frac{C_i}{S_i}$$

①

式中： I_i 为第 i 污染物的单项污染指数； C_i 为第 i 污染物的水质浓度（mg/L）； S_i 为 GB 3838-2002《地表水环境质量标准》中规定的第 i 污染物的 III 类水质标准（mg/L）。

计算参评因子污染指数的平均值 I_{ave} 和最大值 I_{max} 公式分别为：

$$I_{ave} = \frac{\sum_{i=1}^5 I_i}{5}$$

②

$$I_{max} = \max(I_i)$$

③

式中： I_{ave} 为参评因子污染指数的平均值； I_{max} 为参评因子污染指数中的最大值； I_i 为第 i 污染物的单项污染指数。

计算内梅罗指数指数 I 公式为：

$$I = \sqrt{\frac{I_{ave}^2 + I_{max}^2}{2}}$$

④

式中： I 为内梅罗指数。

根据内梅罗指数值，将水质状况分为 5 级，即清洁、轻度污染、中度污染、重污染和严重污染。见表 3。

表3 内梅罗指数综合评价分级标准

内梅罗指数	0-1.0	1.0-2.0	2.0-3.0	3.0-5.0	≥5.0
水质等级	清洁	轻度污染	中度污染	重污染	严重污染

2.4 spearman 秩相关系数法

衡量环境污染变化趋势在统计上无显著性，最常用的是 Daniel 的趋势检验，它使用了 spearman 秩相关系数法。使用这一方法至少需采用 5 个时间序列的数据。给出时间周期 $Y_1 \dots Y_N$ ，和它们的相应值 X （即年均值 $C_1 \dots C_N$ ），从大到小排列好，统计检验用的秩相关系数计算公式如下：

$$d_i = X_i - Y_i$$

①

$$r_s = 1 - [6 \sum_{i=1}^n d_i^2] / [N^3 - N]$$

②

式中： d_i 为变量 X_i 与 Y_i 的差值； X_i 为周期 i 到周期 N 按浓度值从小到大排列的序号；为按时间排列的序号； N 为时间周期个数； r_s 为秩相关系数。

将秩相关系数的绝对值同 spearman 秩相关系数统计表中的临界值 W_p 进行比较。当 $r_s > W_p$ 则表明变化趋势有显著意义：如果 r_s 是负值，则表明在评价时段内有关统计量指标变化呈下降趋势或好转趋势；如果 r_s 是正值，则表明在评价时段内有关统计量指标变化呈上升趋势或加重趋势。

表4 秩相关系数的临界值（ W_p ）

N	W_p
5	0.900
6	0.829
7	0.714
8	0.643
9	0.600
10	0.564

3 结果与分析

3.1 东江河源段水质评价

东江河源段 2020-2024 年水质指标数据统计情况见图 1。东江河源段各采样点水质均保持在地表水 II 类标准内，根据河流水质评价方法，东江河源段共 9 个点位，水质类别为地表水 I ~ II 类，I ~ III 类水质比例 ≥ 90%，水质状况为优。

近五年来，五项主要污染指标浓度均低于地表水 II 类标准限值。其中 CODMn、COD、TP、NH3-N 等 4 项指标的浓度均远低于 II 类标准限值，CODMn、BOD5、NH3-N 等指标浓度呈明显下降趋势，COD 和 TP 浓度趋势波动幅度不大，趋势稳定。

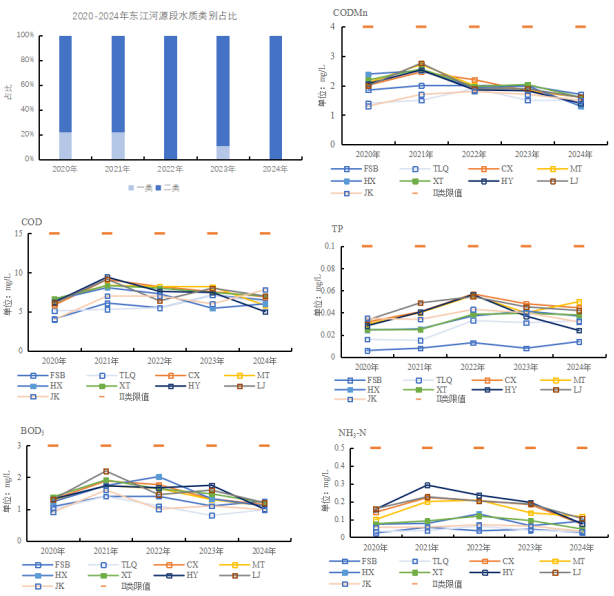


图1 东江河源段2020-2024年水质指标数据趋势及占比图

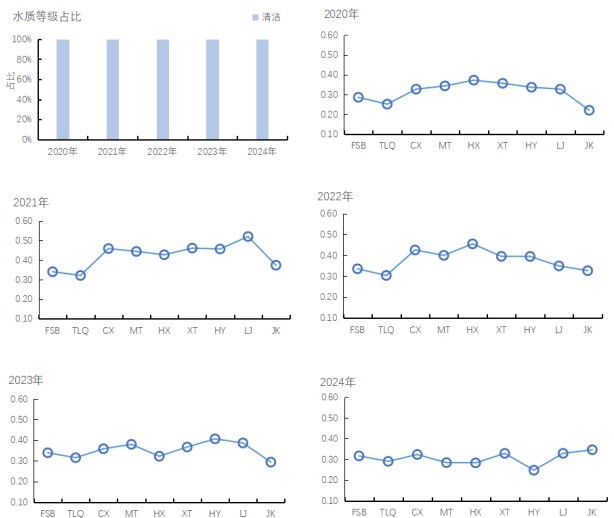


图2 2020-2024年东江河源段上游至下游沿线内梅罗指数趋势图

3.2 东江河源段内梅罗指数评价

内梅罗指数情况统计情况见图 2。东江河源段各采样

点水质内梅罗指数范围为 0.2~0.5，低于 1.0，根据内梅罗指数法，东江河源段 9 个点位，水质等级均为清洁等级，东江河源段水质保持清洁。

近五年来，东江河源段水质上游至下游沿线内梅罗指数总体呈先上升后下降的趋势。其中 2021-2022 年内梅罗指数相比其他年份略高，2020，2023 和 2024 年均低于 0.4。

3.3 东江河源段趋势分析

近五年内梅罗指数的 spearman 秩相关系数 r_s 见图 3。东江河源段各采样点水质内梅罗指数的 spearman 秩相关系数范围为 -0.6~0.3，均在临界值范围内，根据秩相关系数法，近五年来东江河源段 9 个点位水质保持稳定，无显著变化。

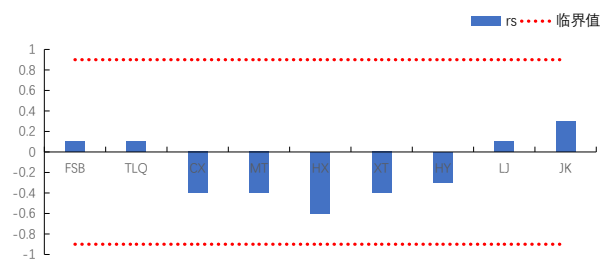


图3 2020-2024年东江河源段上游至下游沿线内梅罗指数秩相关系数图

4 结语

本文通过对东江河源段进行水样采集分析，采用河流水质评价方法，内梅罗指数法和 spearman 秩相关系数法对

水质现状及变化趋势进行评价。得到结果如下：

根据河流水质评价方法，近五年东江河源段水质状况均保持为优，各项污染物浓度保持在较低水平。

根据内梅罗指数评价方法，近五年东江河源段水质等级均为清洁等级，上游至下游沿线内梅罗指数总体呈先上升后下降的趋势，上下游水质略好于中游水质。

根据 spearman 秩相关系数法。近五年东江河源段各水质保持稳定，无显著变化。

参考文献：

[1] GB 3838-2002, 地表水环境治疗标准[s].

[2] 李海生，黄河流域生态环境问题系统识别与展望[J]. 环境科学研究，2024, 37:1-10.

[3] 宋诗琦，广东省东江水质量现状及污染分析[J]. 陕西水利，2025, 4:72-75.

[4] 乔宇豪，贾飏，徐芬芳等. 四川省水质评价及时空特征分析[J]. 节水灌溉，2025(3):43-50.

[5] 王源哲，华春林，赵丽等. 山地城市主要河流水质评级及预测研究：以四川省绵阳市为例[J]. 生态环境学报，2023,32(8):1 465-1 1477.

[6] 黄燊，阙思思，罗晗郁等. 长江流域重点断面水质时空变异特征及污染源解析[J]. 环境工程学报，2023, 17(8): 2 468-2 483.

作者简介：邹贤妮（1992-），女，广东河源人，工程师，研究方向：水环境监测、水质数据分析工作。